

## Appareil destiné au remplissage d'un récipient, avec des particules solides

La présente invention concerne le domaine du remplissage de récipients contenant des solides divisés tels que grains ou granulés. Ces récipients sont des réacteurs pour l'industrie pétrolière ou chimique; des silos pour le stockage des céréales; et plus généralement toutes les capacités de stockage contenant des particules solides granuleuses.

Les récipients comme les silos ou réacteurs sont souvent remplis à partir de trémies ou entonnoirs, qui y déversent directement les grains à travers des manches ou des conduits souples ou des tuyauteries rigides.

Cette façon de faire présente des inconvénients.

En premier lieu, elle n'optimise pas la quantité de grains logée dans un récipient, car il subsiste entre les grains des vides importants et le volume n'est pas complètement utilisé. On peut ainsi avoir un déficit de 10 à 25 % par rapport au remplissage théorique.

En second lieu, il se produit une ségrégation granulométrique qui concentre les plus gros grains à l'extérieur, alors que les fines et les poussières forment une cheminée dans la partie centrale. Cela provoque une hétérogénéité du lit, nuisible en fonctionnement lorsqu'un fluide doit circuler à travers ce lit, pour produire des réactions dans le cas des catalyseurs, pour contrôler la conservation des matières, dans le cas des silos à céréales.

Enfin, la projection brutale des grains contre les parois, en début de remplissage entraîne une proportion élevée de brisures.

Parmi les modes de remplissage connus qui permettent d'éviter en partie ces inconvénients, on peut citer l'appareillage décrit dans le brevet BE 899420 qui utilise une manche fixe terminée par une partie évasée, ou bien le dispositif statique décrit dans le brevet US 3949908 et ses perfectionnements, qui souffle du gaz latéralement afin d'éparpiller les grains. Ces appareils ne permettent pas de remplir toutes les zones de la capacité et provoquent l'attrition des grains et l'émission d'une poussière abondante.

D'autres procédés qui utilisent des organes tournants, tels que ceux décrits

dans les brevets FR 2258795 ou bien FR 2653092 ou encore US 5950694 améliorent les résultats en terme de répartition des grains; mais il demeure certains inconvénients dus au frottement des grains sur des matériaux souples mais dont le coefficient de frottement est très élevé, ou bien au frottement des  
5 particules entre elles, au cours de leur écoulement de la trémie fixe, vers les éléments mobiles de distribution. Ces frottements provoquent un phénomène d'attrition des grains et la formation de poussières néfastes à la qualité du remplissage et nuisibles à la qualité des opérations à conduire.

Par ailleurs les dispositifs décrits dans ces documents, ne permettent pas  
10 un réglage facile du débit de grains.

Enfin, ils ne permettent pas non plus la correction des écarts accidentels de hauteur de remplissage qui peuvent résulter d'irrégularités ponctuelles du flux de grains, par exemple à cause de corps étrangers ou de la coalescence en boules de certaines particules.

15 La présente invention vise à remédier à l'ensemble des inconvénients signalés grâce à un appareil,

- qui permet de distribuer selon une pluie homogène et régulière les particules sur toute la surface plane horizontale du lit, qui assure la protection des particules ou granulés à mettre en place dans la capacité, pour éviter leur attrition et réduire la  
20 production de poussière,

- qui permet de remédier à d'éventuelles anomalies apparues lors du remplissage, telles que déficience en particules dans une zone de la capacité, sans pour autant arrêter l'opération de remplissage,

- et qui, enfin, permet un réglage facile et progressif du débit de remplissage.

25

Un appareil de remplissage pour matières solides divisées en grains ou particules, selon l'invention comporte, dans un corps approximativement cylindrique, d'abord un ensemble sensiblement vertical de tubulures épanouies vers le bas en tulipes et disposées les unes à l'intérieur des autres, laissant entre elles et autant

de tubulures droites et coulissantes, des espaces ou conduits déterminant le débit des grains ou particules.

A la sortie en bas de ce premier ensemble vertical, dont les grains s'écoulent par gravité, on trouve un ensemble de dispersion qui comporte :

- 5           - un dispositif pneumatique de propulsion délivrant, au bord inférieur des tulipes, des jets de gaz, sensiblement radiaux à géométrie et durée variables,
- et un dispositif mécanique centrifuge de répartition constitué de plateaux tournant autour de l'axe vertical de l'ensemble pour conduire les grains à des positions de chute régulièrement réparties dans le plan horizontal de coupe du
- 10       récipient.
- enfin, un moyen de correction des inégalités accidentelles de répartition d'origine extérieure: corps étrangers ou agglomérations de grains, vient compléter le dispositif ; il prélève des grains en amont du dispositif pour les répartir sur une partie limitée de la périphérie.

15

Un mode de réalisation de l'appareil d'alimentation selon l'invention est représenté en coupe axiale sur la figure 1.

Le corps (1) qui reçoit les grains en vrac à sa partie supérieure est pourvu de déflecteurs à brosses (1a). Il contient, à sa partie inférieure un jeu de

20       tubulures épanouies en tulipes (2a), (2b) (2c) , et les tubulures droites (6a), (6b), (6c) qui peuvent coulisser verticalement de façon indépendante, et dont les bords inférieurs délimitent avec les tulipes (2a), (2b), (2c) les sections de passage des grains.

25       Les tulipes sont reliées entre elles et au corps (1) par des tiges (19).

Les mêmes tiges (19) portent, au droit des bords des tulipes (2a), (2b), (2c), des tubes circulaires (4a), (4b), (4c) alimentés en gaz sous pression et perforés pour laisser passer des jets (7a), (7b), (7c) vers l'extérieur.

Les jets (7a), (7b), (7c) sont masqués ou dégagés par les bagues ajourées

30       (5a), (5b) fixées à la partie interne des plateaux de répartition (3a), (3b), (3c).

Les tubes perforés et les couronnes ajourées forment l'ensemble de propulsion des grains.

Le dispositif mécanique centrifuge de répartition est constitué d'un axe (15), mu en rotation par moteur électrique, pneumatique ou hydraulique et entraînant des bras (8) terminés par les tiges (8b) qui portent les plateaux de répartition (3a), (3b), (3c), au niveau des bords inférieurs des tulipes (2a), (2b), (2c).

Chacun des plateaux de répartition (3a), (3b), (3c) est constitué d'un moyeu en forme de couronne sensiblement horizontale, portant une bague ajourée (5a), (5b), décrite plus haut et un ensemble de brosses (30) s'étendant de façon approximativement horizontale sur toute sa périphérie. Les poils des brosses (30) ont des longueur et orientation variables selon leur position à la périphérie du moyeu.

Le correcteur de répartition Fig. 3 et Fig. 4, est constitué de la façon suivante. Une ouverture (14) est pratiquée dans le corps (1), elle est obturée de façon réglable par un diaphragme (13) et selon la position de ce diaphragme (13) laisse passer un flux réglable de grains. Ces grains glissent sur la pente (12) et sont propulsés par des jets de gaz (16) issus d'un élément de tube perforé (11), à travers une couronne ajourée tournante analogue à (5a), (5b). Ladite couronne ajourée est fixée sur un plateau de répartition (9) analogue à (3a), (3b), (3c) entraîné par les tiges (8b). Le correcteur de répartition permet d'obtenir un écoulement localisé de grains vers un secteur déterminé du lit dont la hauteur se révélerait accidentellement trop faible.

L'appareil de remplissage selon l'invention fonctionne de la façon décrite ci-dessous.

Les particules s'écoulent par gravité vers le bas de l'appareil et sont réparties en écoulements séparés par les tubulures épanouies (2) et réglées en débit par la position en hauteur des tubulures droites (6), chaque tubulure droite

délimitant avec la tubulure épanouie correspondante, une section de passage ajustable séparément.

Les particules glissent le long des tubes tulipes (2a), (2b), (2c) et sont orientées vers l'extérieur du récipient à remplir, par l'effet tremplin de l'embase  
5 des tubes tulipes, conduits de dimension supérieure à leur partie inférieure, pour être ensuite soufflées et projetées par des jets de gaz (7), avant d'être dispersées vers l'extérieur de la capacité par des plateaux de répartition (3) à poils lisses ou sous forme de brosses plus ou moins circulaires.

Dans la réalisation préférée de l'appareil d'alimentation selon l'invention, on  
10 utilise les éléments décrits ci-après, sans que cela ne puisse constituer une limitation du domaine de l'invention.

Les conduits tulipes, sont dans leur partie supérieure, soit cylindriques avec une partie basse évasée terminée en forme d'arc de cercle ou de forme conique, soit de section polygonale avec une partie évasée pentue de forme pyramidale  
15 droite; dans ce cas, le nombre de côtés de la partie polygonale sera égal et en correspondance avec le nombre de côtés de la pyramide.

Le profil de forme circulaire fera un angle ( $\alpha_1$ ) avec la verticale compris entre 15° et 120° dans une forme préférée entre 60° et 90° (fig.10). Le profil conique et les profils pyramidaux feront un angle compris entre 15° et 85° avec la  
20 verticale, dans une réalisation de pente préférée comprise entre 30° et 60°.

Un autre avantage de la forme polygonale, est de délivrer à des distances différentes par rapport au diamètre, les grains de matière sur les plateaux à brosse ; et de créer ainsi des variations de distance de projection dans l'enceinte, ceci établit une première répartition, en faisant varier la distance de projection  
25 des grains vers le lit.

Le polygone régulier sera de 4 à 16 côtés, avec une réalisation préférée entre 6 et 8 côtés.

L'ensemble de propulsion est réalisé au moyen de conduits circulaires (4a),  
30 (4b), (4c) situés au dessous du bord de l'épanouissement des tubulures en tulipes,

au niveau des plateaux à brosses, ou sensiblement au dessus de leur partie supérieure, ils portent des orifices ou des buses disposées à l'extérieur de ceux-ci, de direction plus ou moins horizontale avec une variation vers le haut de 0° à 30° maximum et vers le bas de 0° à 20° maximum ; avec des réalisations préférées  
5 entre 0° à 15° vers le haut et de 0° à 10° vers le bas.

Les jets de gaz du dispositif de propulsion peuvent aussi provenir d'une capacité formée, autour de la partie inférieure de chaque tubulure épanouie entre ladite partie inférieure et une couronne (M) Fig. 8 de profil radial approprié.

Les ouvertures ou buses d'où sortent les jets de gaz du dispositif de  
10 propulsion peuvent être réunies en une seule ouverture continue, les jets de gaz étant alors transformés en un flux laminaire continu le long du bord inférieur des tulipes.

La puissance du souffle pourra être établie pour avoir des flux identiques permanents. Dans le principe de l'aéro dispersion à souffle fixe, l'avantage est de  
15 souffler de manière uniforme les particules vers les brosses. La puissance du souffle peut être ajustée en faisant varier la pression du gaz dans le conduit circulaire. Mais il est intéressant de disposer de diverses forces de poussées, afin d'obtenir des distances de projection des particules différentes. Par exemple trois orifices de diamètres 1.5mm, 2mm, et 3mm pratiqués sur la couronne, permettent  
20 sous une pression de 2 bars, de projeter des particules de taille comprise entre 2mm et 4 mm et de densité voisine de 0.7, à des distances respectives de 1.2m, 1.8m et 2.5m.

Un procédé amélioré consiste à arrêter le souffle sur tout ou partie de ses zones d'émission, ou d'en faire varier son intensité.

25 Dans ce principe amélioré, l'effet du souffle de gaz arrivant sur le plateau de manière plus ou moins horizontale, peut être modulé au niveau de son intensité ; et de façon partielle ou totale, selon l'effet recherché. Il est en effet très intéressant de pouvoir disposer d'une modulation permanente des effets de projection radiale des particules dans la capacité.

Le principe de base d'une bonne distribution granulométrique dans la capacité est le bon arrosage de tous les secteurs de la section de la capacité où sont projetées les particules. Avec les procédés classiques de projection des particules basés sur la force centrifuge, ou les projections par gaz, il est  
5 recommandé d'effectuer fréquemment des « balayages » soit en faisant varier la vitesse de rotation des éléments mobiles de projection ; soit en procédant à des variations de pression du gaz de projection.

Afin d'obtenir cet effet, les plateaux à brosse du dispositif de répartition sont pourvus d'une barrière verticale sur leur partie interne, cette barrière est en  
10 forme de « bague » plus ou moins circulaire, et positionnée sensiblement à partir du niveau supérieur du plateau à brosse, remontant jusqu'au dessus des orifices ou buses créant le souffle afin de faire un obstacle partiel et variable au passage du flux de gaz.

L'effet variable est obtenu en modulant le passage du souffle au travers de  
15 la bague. Pour réaliser cet effet la bague est pourvue de trous plus ou moins grands et plus ou moins rapprochés, une partie de la bague peut être composée d'une grille, ou grillage comportant une porosité allant de 1% à 99 %. On a remarqué qu'une porosité établie entre 10 et 90 % donnait d'excellents résultats pour faire varier et moduler la puissance du jet de gaz.

20 La distance de la bague (5) aux sorties de gaz, sera comprise entre 0.1mm et 20mm, et la hauteur de la bague (5) faisant obstacle aux jets (7) sera comprise entre 0.5 fois et 5 fois du diamètre de l'orifice générant le jet de gaz, ou de la hauteur de l'ouverture du dispositif de propulsion formé par la couronne (M) et la partie inférieure de la tubulure épanouie. Toutefois la dimension préférée sera  
25 comprise entre 1 et 3 fois.

Les plateaux de répartition à brosses du dispositif de répartition fig. 6 sont de forme galette, ou couronne plus ou moins cylindriques avec, implantées à leur périphérie, des poils semi rigides, souples et lisses, des touffes de poils, ou des  
30 systèmes ramifiés pourvus de poils.

La dimension intérieure du plateau est comprise entre 1/2 fois et 2 fois la dimension la plus grande de la partie évasée du conduit tulipe ; et sa dimension extérieure est comprise entre 1 fois et 10 fois la dimension la plus grande de la partie évasée du conduit tulipe.

5 Ces plateaux à brosses sont lisses à leur partie supérieure pour recevoir le solide divisé et en faciliter la répartition. Cette face supérieure est plane et/ou creusée, de pente descendante ou ascendante du centre du plateau vers l'extérieur entre 0° et 20° ; dans sa réalisation préférée, l'inclinaison sera comprise entre 0° (plan horizontal) et 10°.

10 Les plateaux seront au nombre de 1 à 20 et de préférence entre 2 et 5.

Le plan supérieur moyen qui reçoit les grains, est horizontal ou incliné avec un angle maximum de 10° par rapport à l'horizontale; dans sa réalisation préférée, l'inclinaison sera comprise entre 0° et 2° et variable le long du pourtour du plateau, ceci provoque un effet de « balayage » qui améliore la répartition des grains.

15 Les brosses (30), (31) fig. 6 sont composées de poils souples et flexibles semi rigides de section et de formes diverses : soit à profil arrondi: cylindriques ou ovales ou encore de forme géométriques variées sensiblement : rectangulaires, carrées, trapézoïdales, triangulaires ou de formes quelconques. Ces brosses sont fabriquées avec des poils de fibre naturelle comme le Tampico , des fibres  
20 métalliques ou des fibres synthétiques plus nerveuses en Rilsan, Nylon, polyester par exemple de 75/100 mm à 2 mm de diamètre et plus de 200mm de longueur. Les poils peuvent être tubulaires thermo rétractables, de diamètre 2mm à 20 mm et peuvent s'adapter à des formes et des arrangements particuliers (32), (32b) fig.6.

Les poils sont de forme plus ou moins rectilignes ou courbes avec  
25 éventuellement un mouvement spiralé sur leur longueur, de préférence rectiligne ou légèrement courbés.

Le diamètre moyen des poils, sera compris entre 1/10 mm et 6 mm. Il sera caractérisé par une distance égale à deux fois la longueur moyenne comprise entre le centre de gravité et l'ensemble des points définissant le contour de la section de  
30 ces poils.



Dans sa dimension préférée, pour la présente invention, le diamètre moyen sera compris entre 0.1 mm et 1,5 mm.

Ces poils auront pour caractéristique d'être souples et lisses afin de protéger les grains lors de leur contact avec ceux-ci. Pour disperser les grains ou le solide divisé, les poils subiront une déformation induite par la prise en charge de ceux-ci. Ils devront aussi pouvoir restituer cette énergie absorbée, traduite par une certaine déformation élastique. Les poils sont caractérisés par ce qu'ils sont à mémoire de forme.

La longueur de ces poils sera comprise entre 1 mm et 3000 mm.

Pour un appareil de remplissage donné, il sera défini différentes longueurs de poils en fonction du nombre d'étages de dispersion, celle-ci pourra varier, afin de distribuer les particules équitablement sur toute la surface du lit à charger.

La longueur des poils situés sur un plateau de répartition, sera établie en fonction du rayon du récipient à remplir, et sera comprise entre 1 % et 50 % du rayon de celui-ci avec comme valeur préférée entre 5% et 20% de ce rayon.

La position des poils sur le plateau de répartition se fera selon différentes configurations sur l'épaisseur du plateau. A un même niveau sensiblement horizontal, (34) Fig.7 ou avec des niveaux alternant poils en partie basse du plateau et en partie haute, ou en implantation hélicoïdale, ou en quinconce, (35) selon un tracé sensiblement sinusoïdal, ou encore en forme de « U » (36) dans la forme préférée de l'invention fig. 7. Les poils pourront être implantés en position angulaire radiante (30) fig. 6 par rapport au centre du plateau, ou avec un angle de 0° à 45° avec une position préférée entre 0° et 15° (31). Les poils pourront aussi être implantés avec des angles compris entre 0° et 30°, par rapport au plan horizontal, vers le haut ou vers le bas, avec une position préférée entre 0° et 15°.

Les poils seront disposés en nappe continue ou pas (37) fig. 7, sur la périphérie du plateau, ou bien en touffes, ou encore sur des supports implantés sur la brosse : par exemple il seront implantés à l'extrémité aplatie de bâtonnets creux leur procurant une forme d'éventail (33).

Les plateaux pourront être équipés de bandelettes lisses et articulées, venant se substituer aux poils; les plateaux à bandes minces et lisses répartiteurs seront de forme galette, ou couronne plus ou moins cylindrique, ou ovale, avec une épaisseur permettant d'y accrocher des bandes plates lisses et semi rigides, à leur  
5 périphérie. La longueur de ces bandelettes, sera comprise entre 0.1 fois et 10 fois le diamètre des plateaux. Les plateaux seront lisses à leur partie centrale afin de recevoir et de permettre la répartition du solide divisé sur son plan supérieur.

Le système correcteur de répartition est une adaptation du procédé de  
10 distribution de particules décrit précédemment par la combinaison de l'aéro dispersion variable appliquée à des ouvertures pratiquées sur une partie de la périphérie du corps de l'appareil.

Ces ouvertures sont effectuées sur la partie basse du corps entre le bas et la moitié de celui-ci, et sur une partie de la circonférence formant un secteur  
15 compris entre 5° et 300°, avec une réalisation préférée entre 60° et 180°.

La dimension de ces ouvertures sera comprise entre 0.01 fois et 0.5 fois le diamètre du corps de l'appareil, et de préférence entre 0.05 fois et 0.2 fois ce diamètre.

La dimension de l'ouverture pourra également être ajustée en fonction de la  
20 taille des particules à disperser.

Ce système consiste en un ensemble de buses de gaz comprimé (16) ou de jets réalisés à partir d'orifices effectués à la périphérie d'une couronne ou secteur de couronne dirigeant les particules vers la zone déficiente ; et/ou d'un plateau de dispersion à brosse.

## REVENDEICATIONS

1) Appareil destiné au remplissage de récipients tels que réacteurs, silos ou analogues avec des particules solides, caractérisé en ce qu'il comporte à l'intérieur d'un corps vertical (1), à la fois un dispositif d'alimentation sous forme d'un jeu de tubulures verticales épanouies vers le bas en tulipes (2), disposées de façon coaxiales les unes à l'intérieur des autres et un dispositif de propulsion (4), constitué par des jets de gaz (7) placés au droit des bords épanouis tulipes (2) et dirigés vers l'extérieur, et un dispositif de répartition constitué par un ensemble de plateaux mobiles en rotation (3), tournant autour de l'axe de l'appareil et situés chacun sous l'épanouissement de chaque tulipe.

2) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte en plus des tubulures droites (6), dont les positions sont séparément réglables en hauteur par coulissement autour des tubulures épanouies.

3) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que les plateaux du dispositif de répartition sont constitués chacun par un anneau plein muni à sa périphérie de brosses (30), ou d'éléments filiformes élastiques.

4) Appareil selon les revendications 1 et 3 caractérisé en ce que les brosses ou les éléments périphériques filiformes (30), ont des dimensions radiales qui varient en fonction de leur position sur la périphérie.

5) Appareil selon la revendication 1 et 3 caractérisé en ce que les jets de gaz (7), du dispositif de propulsion ont des débits qui diffèrent en fonction de leur position le long du circuit de gaz (4), qui les alimente.

5 6) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que les jets de gaz du dispositif de propulsion peuvent être obturés partiellement et modulés par des bagues ajourées (5), fixées aux plateaux tournants (3), du dispositif de répartition.

10 7) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'orientation verticale des jets de gaz (7), du dispositif de propulsion varie en fonction de leur position le long du circuit de gaz qui les alimente.

15 8) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que les jets de gaz (7), du dispositif de propulsion sont alimentés par des chambres annulaires formées autour et à l'intérieur des évasements en tulipe du dispositif d'alimentation (M).

20 9) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que les jets de gaz de propulsion (7), sont réunis pour former un jet laminaire issu d'une ouverture continue le long du circuit de gaz.

25 10) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte un correcteur (9, 16, 11, 12, 13 et 14), constitué par un ensemble annexe d'alimentation, propulsion, répartition situé en amont de l'appareil principal et n'intéressant qu'un secteur limité de la périphérie.

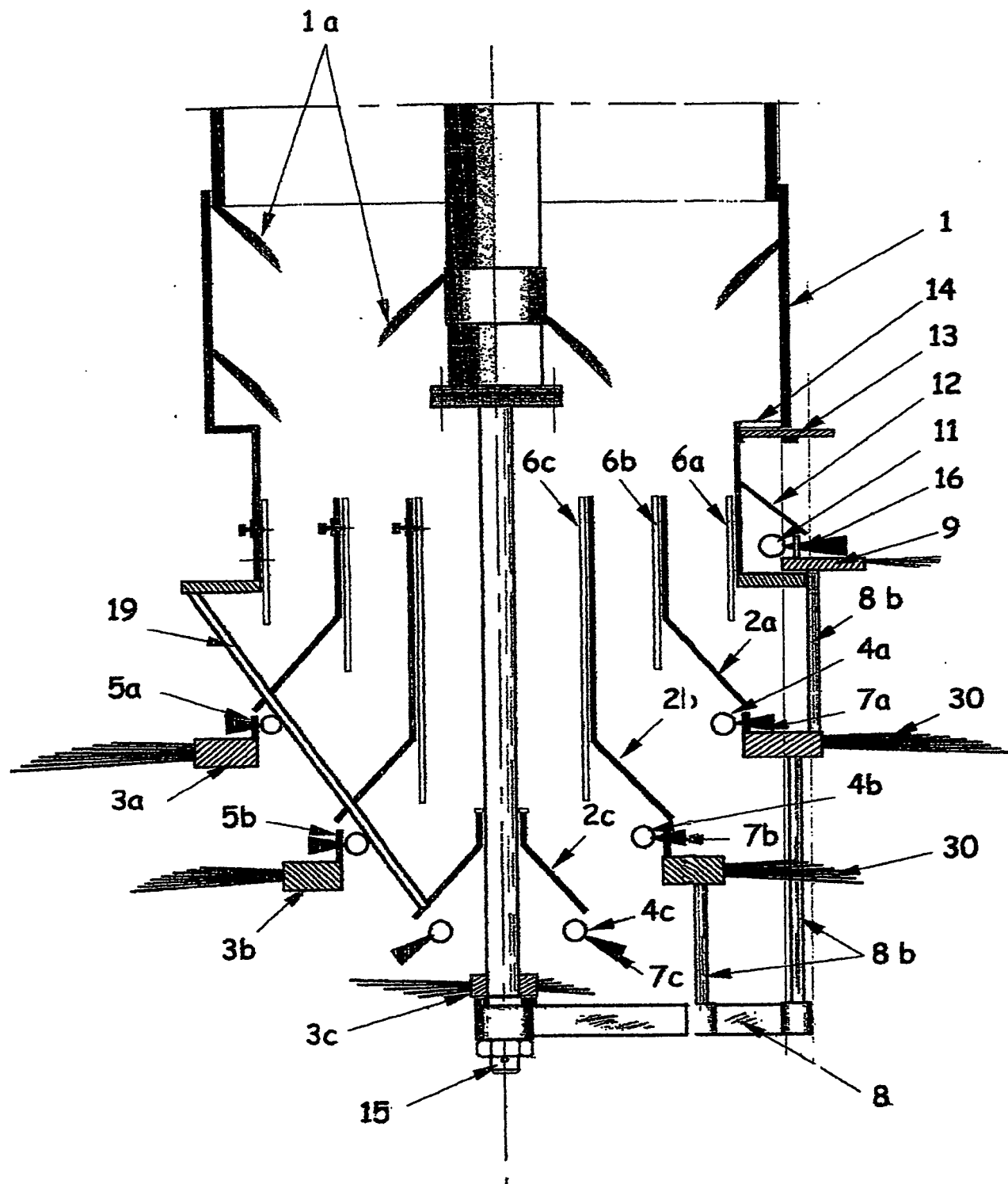
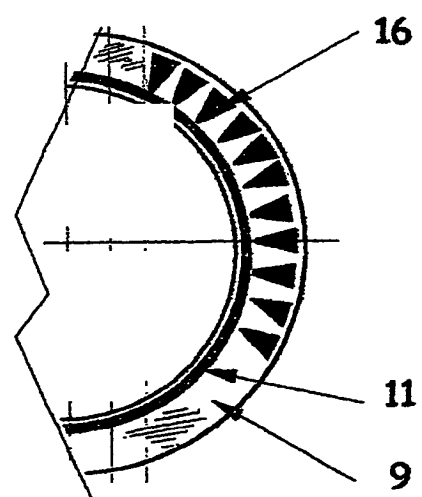
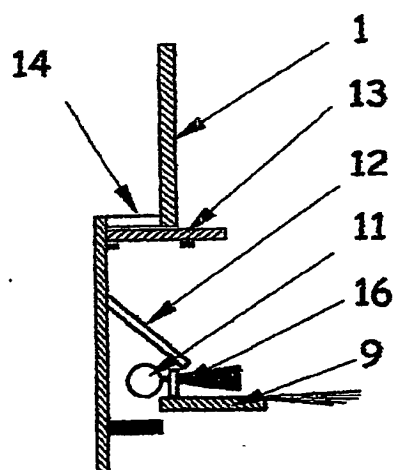
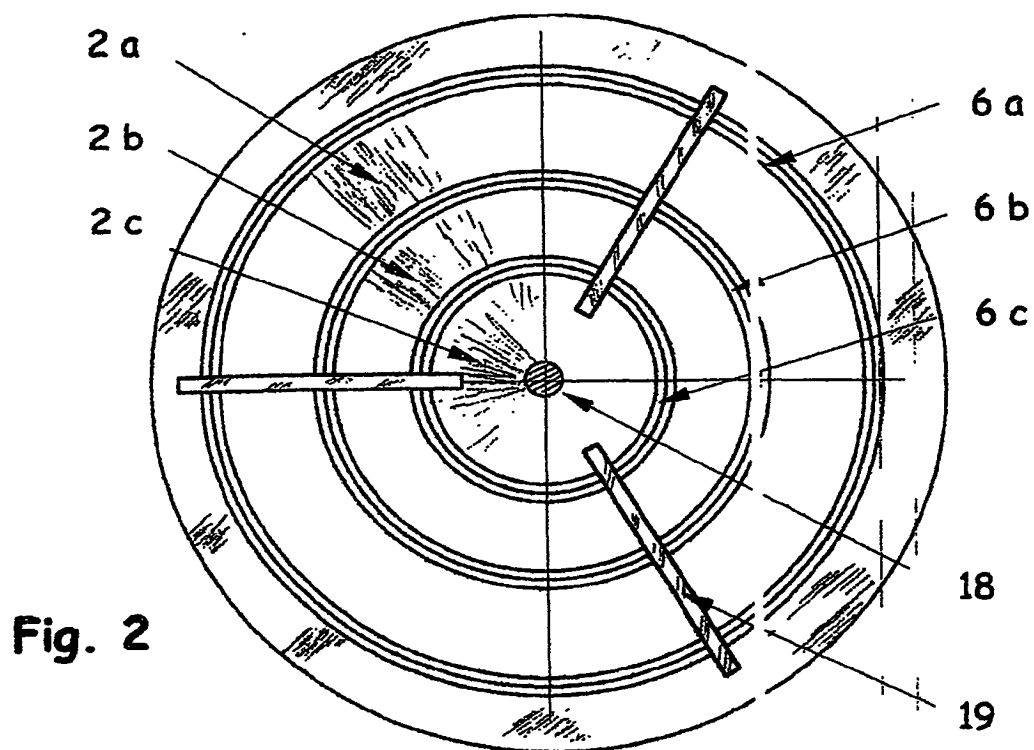


Fig. 1



3/4

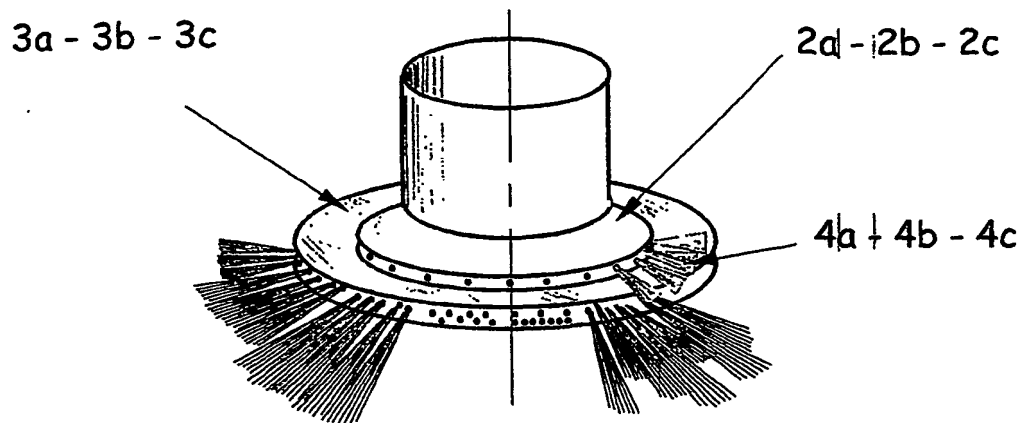


Fig. 5

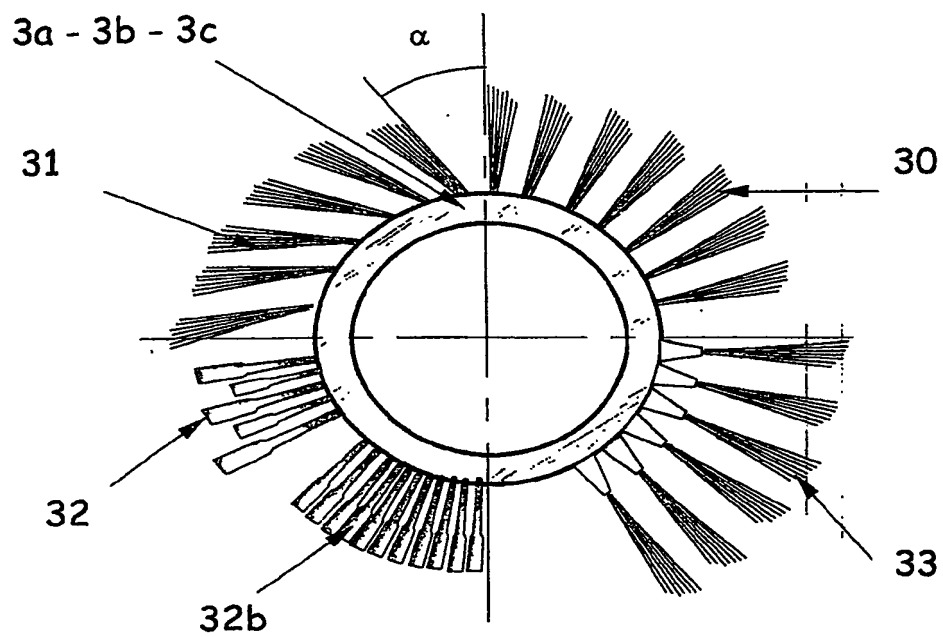


Fig. 6

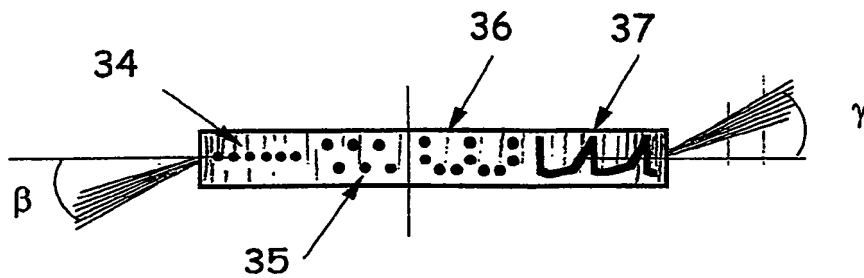


Fig. 7

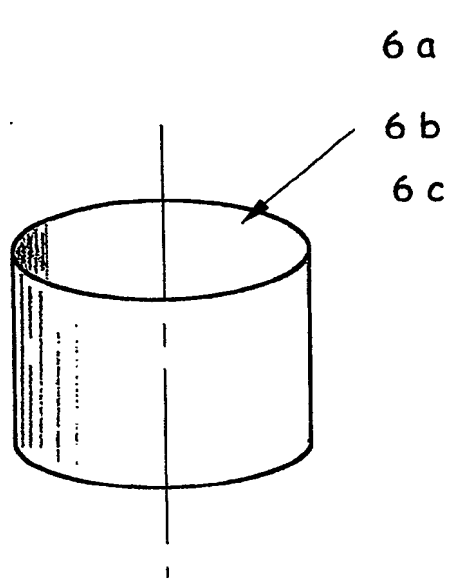


Fig. 9

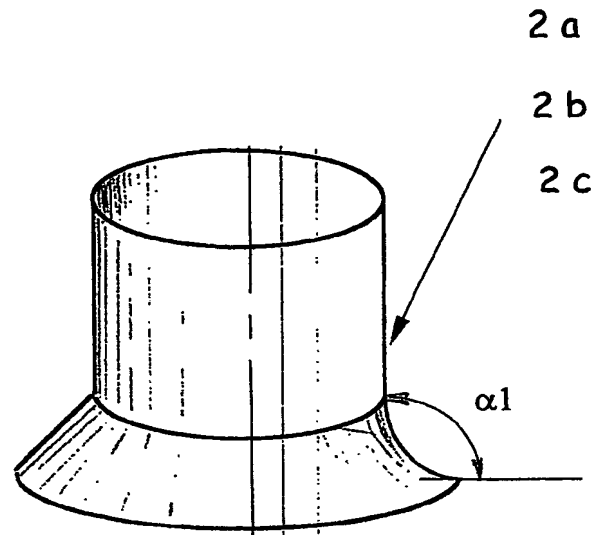


Fig. 10

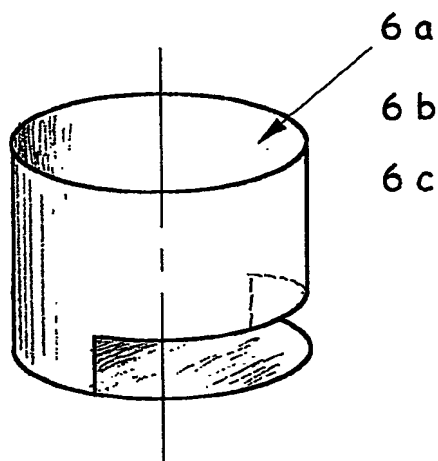


Fig. 9 bis

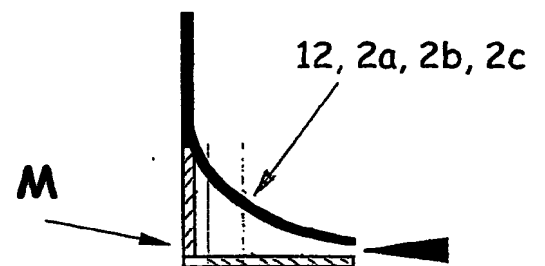


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**